

**Inductive position sensor measuring linear or rotary movement - has magnetisable core locally saturated by external magnetic field to obtain virtual air gap**

Publication number: DE3914787 (A1)  
 Publication date: 1990-11-08  
 Inventor(s): HERMANN MICHAEL [DE], JAEHNIG LUTZ DR [DE], HIRRLINGER WOLFGANG [DE] +  
 Applicant(s): HERMANN MICHAEL DIPL PHYS [DE] +  
 Classification:  
 - International: G01D5/20; G01D5/12; (IPC1-7): G01B7/00; G01D5/20  
 - European: G01D5/20B  
 Application number: DE19893914787 19890505  
 Priority number(s): DE19893914787 19890505

**Abstract of DE 3914787 (A1)**

Linear or rotary movements are transferred to one or more movable permanent or electro magnets via assigned mechanical coupling members. A combination of permanent and electro magnets can be used. The associated magnetic fields affect the core material of the assigned electrical coils. An unambiguous change of the inductive characteristics of these coils results. The movements can be transferred to one or more inductances or transformer windings. The permanent or electro magnets can be used to vary inductances or transformer windings. ADVANTAGE - High accuracy and reliability including at high temperatures at economic mfg. cost.

---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 39 14 787 A 1

51 Int. Cl. 5:  
G 01 B 7/00  
G 01 D 5/20

21 Aktenzeichen: P 39 14 787.8  
22 Anmeldetag: 5. 5. 89  
43 Offenlegungstag: 8. 11. 90

DE 39 14 787 A 1

71 Anmelder:

Hermann, Michael, Dipl.-Phys., 7730  
Villingen-Schwenningen, DE

72 Erfinder:

Hermann, Michael, 7730 Villingen-Schwenningen,  
DE; Jähmig, Lutz, Dr., 8972 Sonthofen, DE; Hirrlinger,  
Wolfgang, 7730 Villingen-Schwenningen, DE

54 Induktiv arbeitender Positionssensor

Induktiver Weg- oder Drehgeber mit magnetisierbarem Kern. Der Kern wird durch magnetische Fremdfelder lokal in Sättigung gebracht und erhält damit einen virtuellen Luftspalt. Die geometrische Verschiebung des virtuellen Luftspaltes bewirkt Veränderung der Selbstinduktion der Spulen oder eine Veränderung des Transformationsverhältnisses. Linearisierung der Geberkennlinie erfolgt durch Differenz-Anordnung oder durch Beschaltung der Spulen mit zusätzlichen komplexen Widerständen.

DE 39 14 787 A 1

Die Erfindung betrifft einen Sensor oder Geber mit elektrischer Signalgabe zur Messung von linear oder rotatorisch verlaufenden Bewegungen.

Solche Geber werden für sehr viele Zwecke benötigt und sind daher in vielfältigster Ausführungsform bekannt. Ebenso werden unterschiedlichste physikalische Prinzipien verwendet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen solchen Sensor bereitzustellen, der sich bei guter Genauigkeit und hoher Zuverlässigkeit, insbesondere auch bei erhöhten Temperaturen, dennoch durch preiswerte Herstellkosten auszeichnen soll.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Teile der Ansprüche 1, 5 und folgende.

Der Erfindung liegt der Gedankengang zugrunde, daß der nutzbare Hub bei linearen variablen Differentialtransformatoren durch die Länge des verschiebbaren Eisenkerns ungünstig limitiert wird. In anderer Formulierung bedeutet dies, daß für einen vorgegebenen Meß-Hub LVDTs eingesetzt werden müssen, deren Baulänge etwa doppelt so groß ist wie der nutzbare Hub. Diese Problematik läßt sich nun erfindungsgemäß dadurch umgehen, daß der Eisenkern unbeweglich angeordnet wird und sich insgesamt über die Länge von Primär- und Sekundärspulen erstreckt.

Das variable Transformationsverhältnis wird erfindungsgemäß durch einen verschiebbaren virtuellen Luftspalt 53 bewirkt.

Gegenstand der Erfindung ist es daher insbesondere, diesen virtuellen Luftspalt durch Einwirkung eines konzentrierten, oder kleinräumig wirkenden Magnetfeldes auf das Kernmaterial der Spule zu erzeugen.

Bei Verwendung eines geeigneten Kernmaterials und geeigneten genügend starken Permanent- oder Elektromagneten 51 wird dadurch nämlich lokale Sättigung des Kernmaterials 52 hervorgerufen.

Eine solche Sättigung führt bekanntlich dazu, daß überlagerte magnetische Kleinwechselfelder vergleichbare Bedingungen vorfinden, als wenn praktisch kein ferromagnetisches Material existent wäre. Die gleichen Überlegungen gelten für Teilgebiete mit magnetischer Sättigung. Auch hier werden magnetische Kleinwechselfelder so beeinflusst, als wenn ein solches Teilgebiet praktisch keinen Ferromagnetismus mehr besitzt.

Dieser Effekt läßt sich dazu nutzen, einen Transformator mit variablem Transformationsverhältnis zu konstruieren. (Fig. 6) So können zum Beispiel zwei gegenüberliegende Seiten eines Transformatorjochs mit im wesentlichen ebenen, flacher Form mit zwei gleichgroßen Spulen bewickelt werden und eine dazwischenliegende Seite mit einer weiteren Spule. Werden die beiden ersten Spulen als gegenphasig arbeitende Primärspulen geschaltet, so wird in der dritten, als Sekundärspule geschalteten Spule keine Spannung induziert (Fig. 11).

Dieses Verhalten ändert sich jedoch, wenn wie oben beschrieben durch Permanentmagneteneinwirkung auf das Kernmaterial in Nähe der Sekundärspule eine künstliche Asymmetrie eingerichtet wird. (Fig. 11).

Unter dieser Voraussetzung wird in der Sekundärspule nämlich die Differenz der Teilspannungen induziert, die sich von den beiden Teilflüssen herleiten, welche durch die Primärspulen erzeugt werden.

Die Phasenlage der Sekundärspannung wird sich demzufolge danach richten, welche Primärspule den größeren Einfluß auf die Ausgangsspannung besitzen

wird.

Die konstruktive Ausgestaltung dieses Prinzips kann auf sehr vielfältige Weise geschehen, da der magnetische Fluß nicht notwendigerweise vollständig durch ferromagnetische Materialien geleitet werden muß, sondern auch als Streufluß durch die Luft geführt werden kann. Somit sind ebene Spulenordnungen gemäß Fig. 5, 9, 10 genauso verwendbar wie solche mit zylindrischen Oberflächen.

Ein Vertauschen von Primär- und Sekundärspulen ändert die Wirkungsweise dieser Sensoren nicht prinzipiell, da nur das transformatorische Übersetzungsverhalten beeinflusst wird.

Neben den genannten Ausführungsformen mit zwei gegenphasig geschalteten Primärspulen sind natürlich auch Ausführungsformen mit nur einer Primärspule verwendbar. In der Regel werden diese Anordnungen jedoch nicht eine vergleichbar gute Linearität des Ausgangssignals besitzen (bezogen auf die Verschiebung des Sättigungsfeldes). Deswegen Nachteile kann erfindungsgemäß dadurch abgeholfen werden, daß entweder die Sekundärspule einen Kern erhält, dessen geometrische Struktur längs der Sekundärspule modifiziert ist, d.h. z. B. schmaler oder breiter oder daß die Sekundärspule mit unterschiedlicher Wicklungsdichte über ihre Länge bewickelt wird.

Diese Alternativen, die natürlich auch kombiniert werden können, zeigt Fig. 9.

Wie sich des weiteren gezeigt hat, existiert eine weitere Linearisierungsmöglichkeit, wenn der Eingangswiderstand der Primärspule bzw. der Ausgangswiderstand der Sekundärspule mit Anpaßimpedanzen, d.h. komplexen Widerständen beschaltet wird (Fig. 7).

Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die Belastung der Sekundärspule mit einer Kapazität, welche nach konstruktiven Gegebenheiten des Sensors und der Betriebsfrequenz der Primärspule spezifiziert wird.

Unter Berücksichtigung solcher Eingangs- und Ausgangs-Zusatzimpedanzen ist es ferner möglich, den Sensor mit seinen variablen Induktivitätsanteilen in eine Oszillatorschaltung einzubauen. Es ergibt sich auf diese Weise eine Schwingfrequenz des Oszillators, die abhängig ist von der Position des in Sättigung gebrachten Kernmaterials (Fig. 8).

Diese Schaltungsanordnung hat den Vorteil, daß auf eine Messung der Sekundärspannung mit analogen, zu meist teuren Mitteln, verzichtet werden kann und stattdessen eine Frequenz- bzw. Impulszeitmessung ausgeführt werden kann. Messungen dieser Art besitzen bekanntlich den Vorteil, daß bei sehr hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit nur geringer meßtechnischer Aufwand erforderlich ist und bei Verwendung eines Mikroprozessorsystems dessen vorhandene Möglichkeiten die Frequenzmessung praktisch ohne Mehrkosten gestattet.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden Maßnahmen vorgesehen, die den Einfluß von externen magnetischen Gleich- oder Wechselfeldern reduzieren.

Dies kann insbesondere durch äußerlich angebrachte Schirmungen erreicht werden, wobei sowohl hochpermeable als auch hochmagnetisierbare Werkstoffe vorgesehen werden sollten. Je nach Erfordernis kann es sich bei solchen Schirm-Teilen um massive oder auch aus Blech gefertigte Teile handeln (Fig. 10).

## Patentansprüche

1. Geberanordnung zur Messung von linearen oder  
rotatorisch verlaufenden Bewegungen, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, daß Bewegungen der oben ge- 5  
nannten Arten über geeignete mechanische Kop-  
pelfglieder auf einen oder mehrere bewegliche Per-  
manent- oder Elektromagneten bzw. einer Kombi-  
nation dieser übertragen werden und durch Einwir- 10  
kung von zugehörigen Magnetfeldern auf Kernma-  
terialien von zugeordneten elektrischen Spulen ei-  
ne eindeutige Veränderung induktiver Eigenschaf-  
ten solcher Spulen erzielt.
2. Geberanordnung nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß Bewegungen der oben genann- 15  
ten Arten über geeignete mechanische Koppelflie-  
der auf eine oder mehrere bewegliche Induktivitä-  
ten übertragen werden.
3. Geberanordnung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich- 20  
net, daß Bewegungen der oben genannten Arten  
über geeignete mechanische Koppelfglieder auf ei-  
ne oder mehrere bewegliche Transformator-Wick-  
lungen übertragen werden.
4. Geberanordnung nach einem oder mehreren der 25  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
net, daß Bewegungen der oben genannten Arten  
über geeignete mechanische Koppelfglieder zum ei-  
nen auf Permanent- oder Elektromagneten, zum  
anderen auf Induktivitäten oder Transformator- 30  
Wicklungen übertragen werden.
5. Geberanordnung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich- 35  
net, daß das zu beeinflussende Kernmaterial nach  
Anspruch 1 durch vorgenannte Magnete lokal teil-  
weise oder zu 100% in magnetische Sättigung ge-  
bracht wird.
6. Geberanordnung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich- 40  
net, daß Induktivitäten oder Transformatorspulen  
in differentiell wirkender Ausführungsform zur Eli-  
minierung verschiedenartiger Fehlerinflüsse aus-  
gelegt werden.
7. Geberanordnung nach einem oder mehreren der 45  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
net, daß Induktivitäten oder Transformatorspulen  
mit zusätzlichen, externen komplexen Abschluß-  
bzw. Eingangswiderständen versehen werden.
8. Geberanordnung nach einem oder mehreren der 50  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
net, daß Induktivitäten oder Transformatorspulen  
mit geeigneten elektronischen Schaltungen als fre-  
quenzbestimmende(s) Element(e) eines RLC-Oszil-  
lators verwendet werden.
9. Geberanordnung nach einem oder mehreren der 55  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
net, daß durch spezielle geometrische Formgebung  
der Kernmaterialien eine Linearisierung der Ge-  
berkennlinie bewirkt wird.
10. Geberanordnung nach einem oder mehreren 60  
der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß durch äußerlich angebrachte magne-  
tische Schirmmaterialien eine Reduzierung des  
Einflusses von magnetischen Gleich- oder Wech-  
selfeldern stattfindet. 65

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

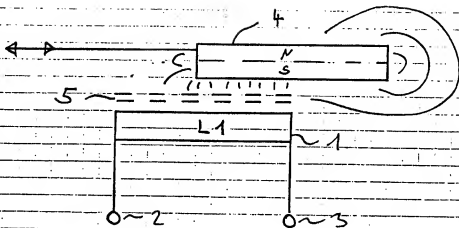


FIG. 1

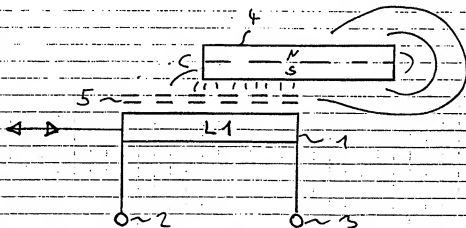
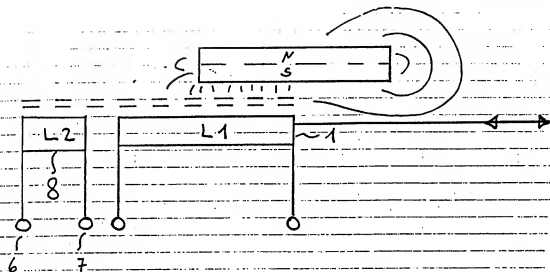
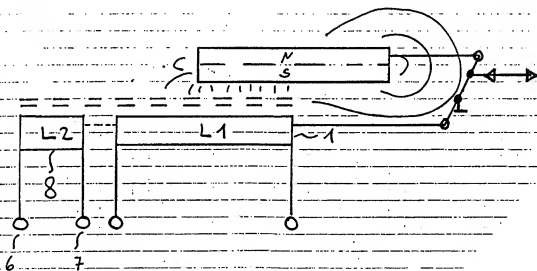


FIG. 2

FIG. 3FIG. 4

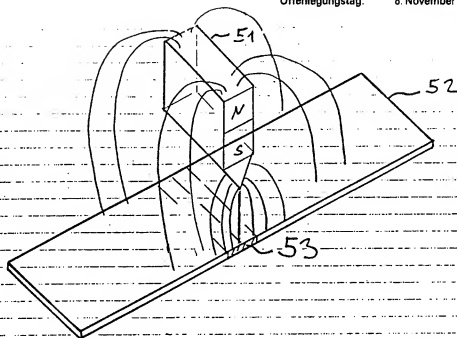


FIG. 5

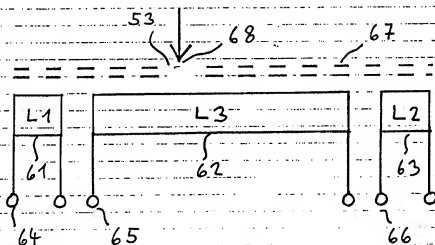
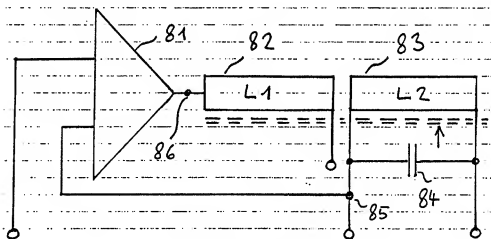
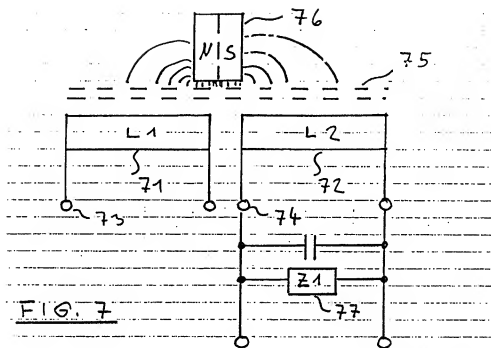


FIG. 6





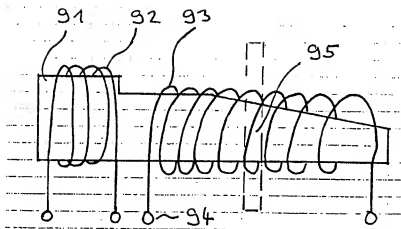


FIG. 9

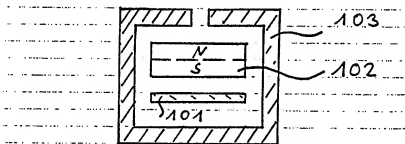


FIG. 10

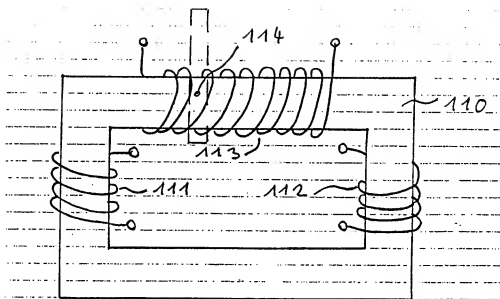


FIG. 11